



## **CARACTERIZAÇÃO DE VITROCERÂMICAS DO SISTEMA $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ PARA APLICAÇÃO COMO PRÓTESE DENTÁRIA.**

Nahaden Hanacleto (PIBIC/CNPq/Uem), Viviane O. Soares (Orientador),  
e-mail: vosoares@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Ciências/Goioerê, PR.

**Ciências Exatas e da Terra, Física.**

**Palavras-chave:** vitrocerâmicos, cristalização, propriedades mecânicas.

### **Resumo:**

Os vitrocerâmicos (VCs) são materiais inorgânicos policristalinos. Estes materiais exibem características mistas de materiais vítreos e cerâmicos, sendo que suas propriedades mecânicas, como tenacidade à fratura, dureza e módulo de elasticidade são superiores às dos vidros precursores. Dentre os mesmos, destaca-se o sistema  $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ , amplamente utilizado na fabricação de próteses dentárias, uma vez que possui excelente durabilidade química, alta resistência mecânica e elevado apelo estético. Além disso, este sistema possui agentes nucleantes conhecidos ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZrO}_2$ ) o que permite a obtenção de vitrocerâmicas com distribuição uniforme de cristais em seu interior. Esse projeto consiste em caracterizar as vitrocerâmicas obtidas (no projeto anterior) quanto à durabilidade química e resistência mecânica. Esta caracterização se faz necessária para avaliar o possível uso deste material em próteses dentárias.

### **Introdução**

Vitrocêramicas são materiais inorgânicos, policristalinos, que se formam a partir da cristalização controlada de vidros. Apresentam, em geral, propriedades superiores às do vidro precursor, tais como elevada resistência mecânica, boa durabilidade química, entre outras (RITZBERGER, 2010), (HÖLAND, 2006). O processo de cristalização controlada (para obtenção das vitrocerâmicas) consiste em submeter um vidro à tratamentos térmicos simples ou duplos. No projeto anterior foram obtidas vitrocerâmicas do sistema  $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$  com alta fração cristalizada, utilizando tratamento térmico duplo de nucleação e crescimento. Nesta etapa, o interesse é caracterizar as vitrocerâmicas obtidas a fim de avaliar sua possível aplicação como prótese dentária.



As vitrocerâmicas cuja base é o dissilicato de lítio, têm sido amplamente empregadas como prótese dentária, por apresentarem propriedades tais como: elevada translucidez, alta resistência mecânica, excelente durabilidade química e aspecto bastante similar aos dentes naturais (ZANOTTO, 2010). Neste trabalho, uma vitrocerâmica do sistema  $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ , de composição inédita, foi caracterizada e sua possível aplicação como prótese dentária foi avaliada.

### **Materiais e métodos**

As amostras analisadas neste trabalho foram obtidas no projeto anterior. Os vidros de  $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$  foram tratados termicamente em um forno elétrico para obtenção dos vitrocerâmicos com fração cristalizada superior a 60% em volume.

Os ensaios de durabilidade química foram realizados de acordo com a norma ISO 6872. Preparou-se uma solução de ácido acético (Synth) 4% em volume. Amostras vitrocerâmicas de dimensões  $30 \times 50 \times 2 \text{ mm}^3$  foram lavadas com água deionizada numa lavadora ultrassônica (UNIQUE) e secas numa mufla (EDG 3P-S 1800) a  $150^\circ\text{C}$  por 4 horas. Em seguida, as amostras foram pesadas em uma balança digital com precisão de 1 mg e adicionadas a frascos de Teflon contendo a solução de ácido acético preparada anteriormente, de forma a ter 100 ml de solução para cada  $30 \text{ cm}^2$  de superfície da amostra. Os frascos foram então deixados numa estufa (MARCONI MA 035) a  $80^\circ\text{C}$  por 16 horas. Em seguida, as amostras foram novamente lavadas com água deionizada, secas a  $150^\circ\text{C}$  por 4 horas e pesadas. A solubilidade química é dada pela perda de massa em microgramas por centímetro quadrado da amostra. A área superficial foi calculada através das dimensões (comprimento, largura e espessura), medidas com um paquímetro digital.

Os ensaios de resistência à flexão biaxial foram realizados também de acordo com a norma ISO 6872. Amostras cilíndricas (12 mm de diâmetro) foram cortadas com aproximadamente 2 mm de espessura e lixadas com lixas d'água de carbetto de silício, em ordem decrescente no tamanho da granulometria, variando de 150 a 1200 mesh. O acabamento superficial foi feito através de polimento com solução aquosa de óxido de cério utilizando uma politriz. As amostras foram preparadas e enviadas para o Departamento de Materiais Odontológicos e Próteses da UNESP/Araraquara-SP, onde os testes de flexão biaxial foram realizados.

### **Resultados e Discussão**

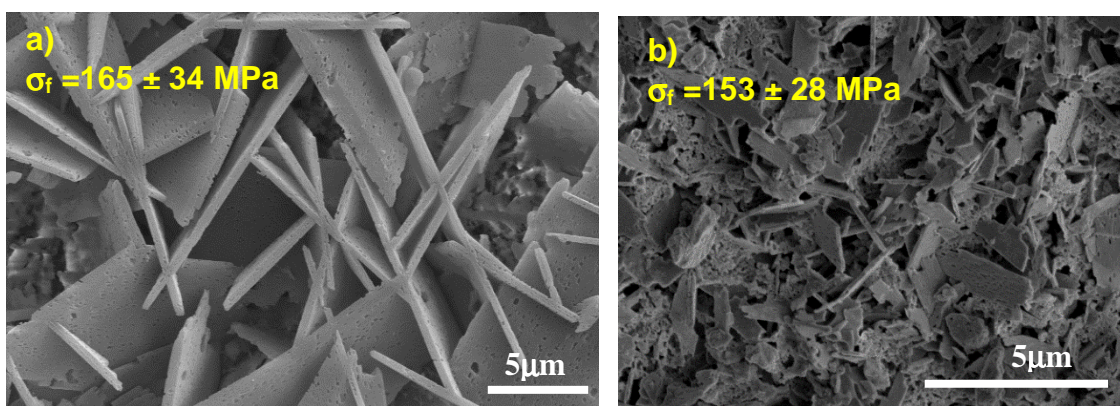
A Tabela 1 mostra a solubilidade química em ácido acético de duas amostras vitrocerâmicas.



**Tabela 1** – Valores de solubilidade química e parâmetros de tratamento térmico das amostras.

Nucleação	Crescimento	Solubilidade ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )
460°C/5min	800°C/3min	215 $\pm$ 31
460°C/180min	800°C/3min	78 $\pm$ 24

De acordo com a norma ISO 6872, materiais com solubilidade química inferior a  $100\mu\text{g}/\text{cm}^2$  são adequados para aplicação em próteses dentárias. De acordo com nossos resultados, a vitrocerâmica nucleada por 180 min atende este requisito. No entanto, materiais vitrocerâmicos comerciais apresentam uma solubilidade química em torno de  $25\text{-}35\mu\text{g}/\text{cm}^2$ . Isto indica que o material desenvolvido neste projeto ainda pode ser aprimorado. Mudanças na composição química e/ou tratamento térmico podem resultar em materiais mais resistentes quimicamente. A Figura 1 mostra a microestrutura e os respectivos valores de resistência à flexão biaxial ( $\sigma_f$ ) das vitrocerâmicas avaliadas.



**Figura 1** – Microestrutura obtida por microscopia eletrônica de varredura das vitrocerâmicas submetidas a ensaios de flexão biaxial: a) 450°C/5min e 800°C/3min; b) 450°C/180min e 800°C/3min.

Observa-se, pela Figura 1, que a microestrutura das amostras submetidas a ensaios de flexão biaxial difere significativamente quanto ao tamanho dos cristais. A amostra tratada termicamente a 450°C/5min e 800°C/3min possui cristais de até  $20\mu\text{m}$  e a amostra tratada termicamente a 450°C/180min e 800°C/3min possui cristais abaixo de  $5\mu\text{m}$ . Esta diferença de tamanho de cristal se deve ao tempo de tratamento térmico usado na etapa de nucleação (450°C). Embora as microestruturas das amostras sejam muito diferentes os valores obtidos de flexão biaxial são muito similares. Este resultado não era esperado, uma vez que materiais vitrocerâmicos contendo cristais pequenos



tendem a apresentar uma resistência mecânica superior. A principal justificativa para tal resultado pode estar na qualidade de superfície das amostras preparadas para o ensaio mecânico, defeitos superficiais podem influenciar estes ensaios. Uma alternativa para minimizar estes defeitos superficiais seria realizar o polimento das amostras com pasta de diamante. De acordo com a norma ISO 6872, a resistência mecânica adequada para aplicação de vitrocerâmicas como prótese dentária única, cimentada sobre um substrato, é de 100 MPa. Assim, o material desenvolvido, poderia ser utilizado para esta aplicação. Para aplicações de pontes duplas ou triplas, o material ainda precisa ser aprimorado.

## Conclusões

O controle da microestrutura é de fundamental importância para alcançar as propriedades desejadas em uma vitrocerâmica. A partir da caracterização dos vitrocerâmicos obtidos, foi observado que a amostra contendo cristais abaixo de 5 $\mu$ m apresenta durabilidade química e resistência mecânica adequada para aplicação como prótese dentária.

## Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); PPG-UEM; Centro de Pesquisa, Educação e Inovação em Vidros (CEPIV) e ao Prof. Dr. Gelson Adabo da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP/Araraquara).

## Referências

- HÖLAND, W.; APEL, E.; VAN'T HOEN, C.; RHEINBERGER, V. Studies of crystal phase formation in high-strength lithium disilicate glass-ceramics. **Journal of Non-Crystalline Solids**, v. 352, p. 4041-4050, 2006.
- RITZBERGER, C.; APEL, E.; HÖLAND, W.; PESCHKE, A.; RHEINBERGER, V. Properties and clinical application of three types of dental glass-ceramics and ceramics for CAD-CAM technologies. **Materials**, v. 3, p. 3700-3713, 2010.
- ZANOTTO, E.D. A bright future for glass-ceramics. **American Ceramic Society Bulletin**, v. 89, n. 8, p. 19-27, 2010.